ALVISE COMEL

# RICERCHE PEDOLOGICHE SULLE DUNE DI BELVEDERE (AQUILEIA) E DI GRADO

*(estratto dal Vol. II dei "Nuovi Annali" dell' Ist. Chimico-Agr. Sper. di Gorizia)*

STAMPATO NELLA TIPOGRAFIA GIOVANNI PATERNOLLI — GORIZIA 1951

ALVISE COMEL

# RICERCHE PEDOLOGICHE SULLE DUNE DI BELVEDERE (AQUILEIA) E DI GRADO

*(estratto dal Vol. II dei* "Nuovi Annali" *dell' Ist. Chimico-Agr. Sper. di Gorizia)*

STAMPATO NELLA TIPOGRAFIA GIOVANNI PATERNOLLI — GORIZIA 1951

# Ricerche pedologiche sulle dune di Belvedere (Aquileia) e di Grado.

Poco a sud di Aquileia le alluvioni sabbioso-limose dell'Isonzo sfumano in una regione sabbiosa che si solleva in cordoni dunosi diretti da oriente ad occidente, ammantati in parte dai residui di una già florida pineta: la Pineta di Belvedere. Essa si affaccia sulla laguna di Grado che a mezzogiorno è limitata da altri cordoni dunosi rivestiti a tratti da pini: la Pineta di Grado.

Le sabbie quasi essenzialmente calcaree presentano una piccola percentuale di granuli di selce derivata dagli arnioni selciosi che sono particolarmente abbondanti nel complesso calcareo del Cretaceo inferiore e del Giurese, come pure in certe dolomie triassiche, che affiora nella media valle dell'Isonzo ed in quella della Baccia. In superficie si rinvengono poi numerosi frammenti di gusci di molluschi terrestri.

Le dune di Belvedere hanno richiamato più volte l'attenzione degli studiosi [1]) che sono concordi nel giudicarle più antiche di quelle di Grado e riferibili al Postglaciale antico e forse anche al Würmiano.

A questa maggiore antichità delle dune fanno riscontro particolari manifestazioni pedologiche determinate dal più intenso processo di alterazione che si palesa nella rubescenza delle dune in superficie e nella formazione, in profondità, di strati cementati (*maltone*) per un rinsaldamento dei granuli con carbonati già disciolti e scesi dall'alto.

Il profilo pedologico delle dune di Belvedere (Aquileia), rivestite dalla Pineta è il seguente:

| | | |
|---|---|---|
| $A_0$ | 5 *cm* | Aghi di pino in vario stato di conservazione. |
| $A_{1-I}$ | 5-10 *cm* | Orizzonte rosso-bruno, leggermente umifero e grumoso. |
| $A_{1-II}$ | 20-40 *cm* | Orizzonte rossastro (ferrettizzato). |
| $B_1$ | 5-10 *cm* | Sabbie calcaree leggermente giallognole con noduli di *maltone*. |
| $B_2$ | | Sabbie calcaree (inalterate) con liste di *maltone*. |
| C | | Sabbie calcaree inalterate. |

Il profilo pedologico delle dune di Grado, rivestite dalla Pineta, è invece costituito da:

| | | |
|---|---|---|
| $A_0$ | 5 *cm* | Aghi di pino in vario stato di conservazione. |
| $A_{0-1}$ | 5-10 *cm* | Sostanze organiche in vario stato di umificazione. |
| C | | Sabbie calcaree biancastre inalterate. |

(1) Vedi per esempio: TARAMELLI T. — *Dei terreni morenici ed alluvionali del Friuli.* Annali scient. R. Ist. Tecnico di Udine. Vol. VIII. Udine 1875.

FERUGLIO D. e E. — *La zona delle risorgive del Basso Friuli fra Tagliamento e Torre.* Annali Stazione Chimico-agraria Sper. di Udine. Serie III. Vol. I. Udine 1925.

La differenza di questi due profili che si possono considerare fra i più tipici presenti nei due gruppi dunosi denota chiaramente la maggior antichità delle dune di Belvedere rispetto a quelle di Grado. Le caratteristiche chimiche e meccaniche dei vari orizzonti vengono riportate nella seguente tabella.

Da quanto esposto risulta dunque evidente che nelle dune di Belvedere il processo dell'alterazione è riuscito a compiere un notevole lavoro. Rispetto alla roccia madre (sabbia inalterata) negli orizzonti superiori, eluviali, si nota una perdita di carbonati, un consecutivo aumento del residuo insolubile in acido cloridrico e dei sesquiossidi; fra quest'ultimi gli idrati ferrici, sebbene contenuti in piccole percentuali, per la loro proprietà di distendersi e di rivestire con sottili pellicole i granuli sabbiosi riescono spesso ad impartire alle sabbie una bella tinta rossa. La composizione meccanica a sua volta palesa un arricchimento di particelle sottili e colloidali che valgono a rapprendere in grumi e a conferire una certa consistenza alle sabbie originariamente incoerenti.

Negli orizzonti illuviali si riscontra viceversa un accumulo di carbonati; essi, data la porosità del mezzo, non dànno luogo alla formazione di singole concrezioni *(caranto)* tanto frequenti nei terreni argillo-limosi, ma piuttosto cementazioni stratiformi note localmente col nome di *maltone*.

È evidente come la composizione chimica di quest'ultimo possa presentare sensibili variazioni; non deve invece meravigliare il fatto che spesso non si notano forti arricchimenti di calcare rispetto alle sabbie originarie; ciò sia perchè bastano piccole quantità di sostanza cementante per rinsaldare fra loro i granuli sabbiosi, sia per la relatività della costanza chimica delle sabbie originarie rispetto a determinati valori medi. Vi può essere infatti spesso compensazione fra una originaria leggera diminuzione accidentale di carbonati nelle sabbie (aumento di granuli di selce) e l'arricchimento successivo per le soluzioni scese dall'alto.

Degna d'esser posta in particolare rilievo è altresì la potenza che può assumere lo strato sabbioso recante il *maltone* ($B_2$). Ho potuto constatare come questa azione cementante sia riconoscibile anche ad oltre 3 metri di profondità e precisamente, almeno nei rilievi dunosi, non in forma di banchi, ma di alternanze di straterelli piuttosto esili. Pur ammettendo che anche piccola possa essere la quantità di carbonati necessaria per consolidare le sabbie in *maltone* tuttavia le perdite degli attuali orizzonti eluviali non sembrano giustificare sempre la potenza

## Analisi chimica di sabbie delle dune di Belvedere (Aquileia) e di Grado.

(Analisi di A. Comel)

*Su 100 parti di terra fine (1 mm) secca all'aria.*

| Sostanze solubili in acido cloridrico conc. e bollente: | Profilo sulle dune di Belvedere | | | | | Dune di Grado alla profondità di | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $A_1$-I | $A_1$-II | $B_1$ | $B_2$ (mattone) | C | 10-30 *cm* | 30-50 *cm* |
| Ossido di calcio . . . . . | 28.40 | 31.96 | 41.60 | 42.80 | 41.36 | 40.40 | 40.16 |
| Ossido di magnesio . . . . | 3.38 | 3.77 | 4.83 | 4.61 | 5.06 | 5.18 | 4.78 |
| Ossido di ferro . . . . . | 1.38 | 1.16 | 1.15 | 0.88 | 0.96 | 0.58 | 0.50 |
| Ossido di alluminio . . . . | 1.26 | 1.14 | | | | | |
| Anidride silicica . . . . . | 0.08 | 0.10 | — | — | — | — | — |
| Anidride solforica . . . . | 0.08 | — | tr. | tr. | tr. | 0.04 | 0.04 |
| Anidride carbonica . , . . | 25.70 | 29.00 | 37.60 | 38.40 | 37.64 | 37.00 | 36.60 |
| Perdita a fuoco (— $CO_2$) . . | 5.72 | 3.40 | — | — | — | — | — |
| Residuo insolubile in HCl . | 33.90 | 29.30 | 14.31 | 12.65 | 14.04 | 16.62 | 17.26 |

(The value 1.15 in column $B_1$ is bracketed jointly for Ossido di ferro and Ossido di alluminio; likewise the subsequent values in that row.)

## Composizione meccanica [1])

| Particelle di diametro: | $A_1$-I | $A_1$-II | $B_1$ | $B_2$ | C | 10-30 *cm* | 30-50 *cm* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Inferiore a 0.02 *mm* . . . . (parte limo-argilloide) | 15.80 | 15.10 | 4.80 | — | 2.50 | 2.70 | 3.[illegible]0 |
| Superiore a 0.02 *mm* . . . (parte sabbiosa) | 84.20 | 84.90 | 95.20 | — | 97.50 | 97.30 | 96.90 |

[1]) Lo scheletro, ossia la parte con diametro superiore a 1 *mm*, è trascurabile.

complessiva della cementazione che si riscontra in profondità nelle dune di Belvedere e parrebbe pertanto più logico ammettere che lo strato eluviale possa essere più recente di parte almeno degli orizzonti illuviali. Questo fenomeno del resto è pienamente giustificabile con il logoramento degli strati superficiali delle dune e può anche essere suffragato dall'accumulo di sabbie rosse nelle depressioni situate ai piedi delle dune stesse. Spesso poi sui declivi delle dune mentre non si osserva alcuna ferrettizzazione, perchè asportata dal ruscellamento delle acque, il *maltone* è presente ed affiora talora anche direttamente alla superficie.

Quanto esposto porta alle seguenti conclusioni:

L'antichità delle dune di Belvedere va dedotta in primo luogo dallo sviluppo, spesso imponente, della formazione del *maltone*. A differenza di quanto avviene nelle vicine pianure würmiane l'intensità della decalcificazione degli strati superficiali delle dune di Belvedere, a causa del loro intenso logorio, non può esser considerata indice esatto dell'età di queste sabbie. Il profilo pedologico può essersi infatti rigenerato nel tempo più volte sulla stessa duna; questa può essere così molto più antica di quello che potrebbe suggerire il grado della sua ferrettizzazione.

Tutto il complesso dunoso di Belvedere si contrappone, per antichità, a quello di Grado perchè in quest'ultimo non si riscontra nè strato ferrettizzato, nè *maltone* [1]).

Il *maltone* si forma esclusivamente per una cementazione esplicata da carbonati di calcio ed avviene in mezzo alcalino. Le sostanze organiche si decompongono in superficie e i pochi colloidi organici che tingono in bruno l'orizzonte più superficiale del suolo, sono di tipo saturo, o neutro, coagulati, privi di azione protettiva nella migrazione dei sesquiossidi, i quali a lor volta, aderenti ai granuli calcarei, sono praticamente immobilizzati.

La distribuzione del *maltone* su straterelli si connette probabilmente con la circolazione dell'acqua nella duna e con la sua struttura interna tant'è vero che gli straterelli non sono orizzontali, ma quasi sempre inclinati. Quando poi la duna si livella in banchi sabbiosi e l'acqua di fondo non è lontana, gli straterelli si rinsaldano ulteriormente in banchi potenti che danneggiano ed ostacolano fortemente l'agricoltura della zona.

---

(1) Tutte le mie ricerche finora eseguite in riguardo hanno avuto esito negativo.

***

Le analisi che abbiamo precedentemente esposto concordano con quelle eseguite da A. N. PAPEZ all'Istituto chimico-agrario sperimentale di Gorizia e pubblicate nel 1904 [1]).

Lo scopo delle analisi allora eseguite era quello di conoscere la composizione chimica dei terreni di Grado ed in modo particolare di quella delle aree da adibirsi a rimboschimento per fornire ai villeggianti che si recavano a Grado durante la stagione balneare, l'ombra da essi tanto desiderata.

Anche al PAPEZ non dovette sfuggire la differenza pedologica fra le dune di Grado e quelle di Belvedere tant'è vero che anche in corrispondenza di quest'ultime ritenne opportuno eseguire prelevamenti e analisi.

Dall'opuscolo sopraricordato riporto le analisi che a noi maggiormente interessano quale utile complemento delle nostre.

Riguardo alle dune di Belvedere citiamo due campioni ivi raccolti in differente località dai quali, rispetto alle dune recenti di Grado, risalta tosto la sensibile diminuzione in superficie dei carbonati, l'aumento della silice e dei sesquiossidi (specie delle forme solubili in acido cloridrico) come pure quello degli alcali e del fosforo verosimilmente in funzione di un'aumentata capacità di adsorbimento da parte della frazione colloidale accresciutasi con i fenomeni dell'alterazione.

Citiamo altresì l'analisi di un *maltone* (chiamato *spato calcare*) preso in località Farella presso Beligna. Anche qui si nota un rapporto leggermente più largo fra le basi alcalino-terrose dovuto probabilmente all'arricchimento in carbonati di calcio quale parte cementante; si rileva altresì la piccola differenza che intercorre fra la composizione chimica delle sabbie incoerenti e quelle cementate ponendo nuovamente in evidenza come bastino piccole quantità di sostanza per produrre vistosi effetti.

Per quanto riguarda le dune di Grado interessano due campioni presi «alla Rotta» presso il vivaio forestale di quei tempi e situati a 30 m e rispettivamente a 60 m dalla linea di spiaggia. In altra località nota col nome di «Ara dei Pali» furono prelevati, a 20 m dal mare, tre campioni scaglionati nel senso della profondità e precisamente il primo in superficie, il secondo a mezzo metro di profondità e il terzo a un metro dalla superficie.

---

(1) A. N. PAPEZ. — *L'Acqua e il Terreno di Grado e del vicino estuario.* Gorizia 1904. Lo studio scritto in pessimo italiano tanto da esser talora difficilmente interpretabile è la traduzione dell'originale pubblicato in tedesco in Zeitschrift für das Landwirtschaftliche Versuchswesen in Oesterreich. - VII Jahrgang. Wien 1904. *Die Wasser - und Bodenverhältnisse von Grado und des benachbarten Küstengebietes.*

**Analisi chimica totale di sabbie delle dune di Belvedere (Aquileia) e di Grado.**

(Analisi di A. N. Papez)

*Su 100 parti di sabbia naturale secca a 100° C.*

| SOSTANZE: | Dune di Belvedere | | Beligna località «Farella» (meltone) | Sabbie delle dune di Grado | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | loc. «Alla Rotta» | | «Ara dei Pali» | | |
| | | | | a 30 *m* dalla linea di spiaggia | a 60 *m* dalla linea di spiaggia | in superficie | a 50 *cm* di prof. | a 100 *cm* di prof. |
| Ossido di calcio . . | 36.93 | 36.80 | 41.74 | 44 58 | 44.65 | 43.92 | 45.35 | 45.01 |
| Ossido di magnesio . | 4.15 | 4.09 | 3.75 | 5.82 | 5.75 | 4.68 | 4.65 | 5.20 |
| Ossido di ferro . . . | 1.30 | 1.38 | 0.93 | 0.44 | 0.39 | 0.57 | 0.70 | 0.59 |
| Ossido di alluminio . | 2.51 | 2.44 | 2.20 | 1.29 | 1.33 | 1.01 | 1 40 | 0.76 |
| Cloruri di sodio e di potassio . . . . | 0.79 | 0.88 | 1.03 | 0.55 | 0.31 | 0.38 | 0.29 | 0.37 |
| Anidride silicica . . | 21.29 | 21.47 | 13.96 | 8 07 | 8.15 | 10.85 | 7.71 | 8.40 |
| Anidride fosforica . . | 0.07 | 0 09 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 |
| Anidride carbonica . | 32 75 | 32 62 | 36.20 | 39.05 | 39.13 | 38.26 | 39.68 | 39.50 |
| Residuo insolubile: In HCl e calcinato [1] . | 22.18 | 22.33 | 13.52 | 8.35 | 8.42 | 9.83 | 8.13 | 8.65 |
| Detto costituito da: | | | | | | | | |
| Ossido di ferro . . . | 0.15 | 0.13 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.07 |
| Ossido di alluminio . | 1.35 | 1.38 | 1.10 | 0.47 | 0 49 | 0.48 | 0.47 | 0.45 |
| Anidride silicica . . | 20.49 | 20.61 | 12.11 | 7.70 | 7.75 | 9.19 | 7.51 | 8.07 |

[1]) Eseguito su altra parte di sostanza.

Queste analisi ci parlano anzitutto di una relativa omogeneità di composizione chimico-mineralogica delle sabbie stesse. Possono poi interessare sia la lieve oscillazione del contenuto in magnesio fra le sabbie delle due località [1]) come pure l'apparente leggera alterazione in superficie ed il lieve arricchimento in sesquiossidi nell'orizzonte intermedio del profilo. Molto si potrebbe dire in riguardo, ma non credo sia il caso di fare delle deduzioni affrettate in base a questi soli risultati.

La diversa configurazione pedologica fra cordoni dunosi antichi e recenti di uno stesso sistema fluviale a cui si è accennato nelle precedenti pagine, non è unica sulle spiagge d'Italia.

Già nel 1930 il prof. G. de ANGELIS D'OSSAT segnalava la presenza del così detto *Alios* sulle dune più antiche situate nella zona interna del litorale romano, specialmente sulla sinistra del delta tiberino e ne illustrava le caratteristiche più immediate [2]). Egli volle in seguito che su questa formazione, di grande interesse teorico e pratico, si eseguissero ulteriori ricerche e a tale scopo, molto gentilmente, mi inviava un campione per studiarne le caratteristiche chimiche e pedologiche. I risultati della ricerca vennero pubblicati nel 1933 negli stessi Atti della Pontificia Accademia delle Scienze Nuovi Lincei [3]).

Se ora si confronta lo schizzo della sezione geologica della Tenuta di Castel Fusano riportata dal prof. de ANGELIS nella Nota del 19 gennaio 1930 a pag. 99 dei citati Atti, come pure quella molto simile inserita a pag. 141 di un altro studio sulle spiagge del Tevere pubblicato nel Bollettino della Soc. Internazionale per la Scienza del Suolo [4]) si nota una grande analogia con quella che si potrebbe tracciare per la zona di Belvedere - Grado.

Si può dunque dire che il presente studio sulle dune di Belvedere integra quello delle dune del delta tiberino nel senso che segue uno

---

(1) Da saggi preliminari eseguiti dallo scrivente il contenuto in magnesio presenta sensibili variazioni con le diverse ubicazioni. E' logico, del resto, che coll'avvicinarsi alle spiagge del Tagliamento il contenuto in magnesio delle sabbie litoranee debba aumentare. Su questo problema spero di dare in seguito più precisi ragguagli.

(2) G. de ANGELIS d'OSSAT — *Sulla presenza dell'Alios nella zona litoranea romana.* Atti della Pontificia Accademia delle Scienze Nuovi Lincei. — Anno LXXXIII — Roma 1930.

(3) COMEL A. — *Ricerche sull'Alios della zona litoranea romana.* Ivi. Roma 1933.

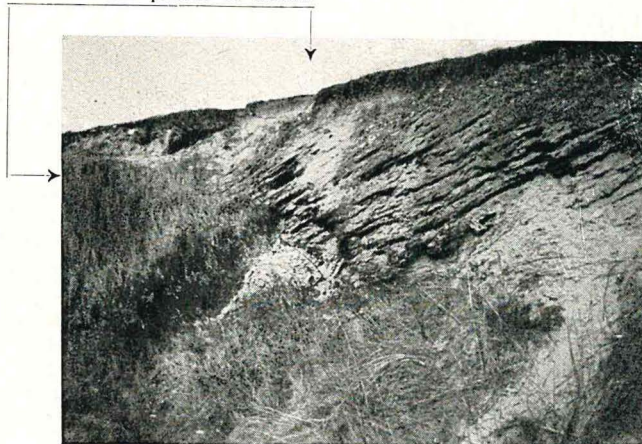
(4) G. de ANGELIS d'OSSAT. — *Geo-pedogenesi delle terre sul delta del Tevere.* Soil Reserach — Vol. VI. N. 2. Berlino 1938.

NB. A pag. 164 nel riportare l'analisi dell'*Alios* eseguita dallo scrivente si è incorsi in una involontaria inesattezza. Leggi pertanto: $CO_2$ 0.00; $H_2O$ igroscopica 1.57; Perdita a fuoco, detratta l'acqua igroscopica, 2.43.

stesso fenomeno pedogenetico in una regione più settentrionale e *su sabbie quasi essenzialmente calcaree.*

Il *maltone* che ne deriva è una manifestazione pedologica *parallela* (non però identica) a quella dell'*Alios* delle antiche dune tiberine ove la cementazione avviene principalmente ad opera di sesquiossidi ferroalluminici anche in vista della particolare costituzione mineralogica di quelle sabbie composte in prevalenza da quarzo, selce, augite, miche. da granuli ferruginosi e parzialmente manganosi [1]).

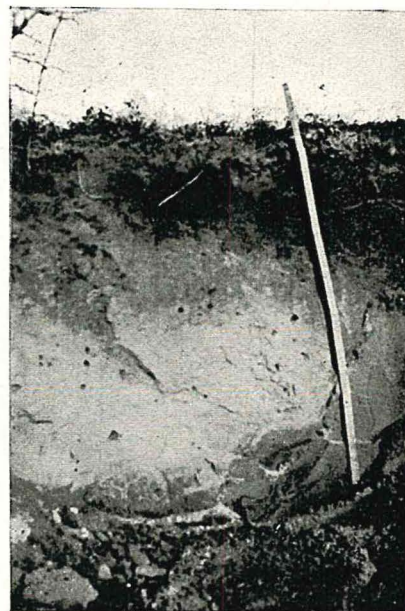
(1) Manchiamo tuttavia in un completo studio pedologico sul profilo di questi terreni; di uno studio cioè che illustri sotto tutti gli aspetti l'evoluzione pedogenetica del terreno quale si manifesta nei suoi più tipici orizzonti: A, B, C.

Posizione del profilo di destra

Sabbie cementate (maltone) delle dune di Belvedere

$A_{1-I}$

$A_{1-II}$

$B_1$

$B_2$

Profilo della duna ferrettizzata

L'asta misura 1 m.

Pineta di Belvedere (Aquileia)